



REC'D 09 AUG 2004

WIPO

PCT/FR 2004 / 000939

24 MAI 2004

BREVET D'INVENTION

CERTIFICAT D'UTILITÉ - CERTIFICAT D'ADDITION**COPIE OFFICIELLE**

Le Directeur général de l'Institut national de la propriété industrielle certifie que le document ci-annexé est la copie certifiée conforme d'une demande de titre de propriété industrielle déposée à l'Institut.

Fait à Paris, le

07 MAI 2004

Pour le Directeur général de l'Institut
national de la propriété industrielle
Le Chef du Département des brevets

Martine PLANCHE

DOCUMENT DE PRIORITÉ

PRÉSENTÉ OU TRANSMIS
CONFORMÉMENT À LA
RÈGLE 17.1.a) OU b)

INSTITUT
NATIONAL DE
LA PROPRIÉTÉ
INDUSTRIELLE

SIEGE
26 bis, rue de Saint-Petersbourg
75800 PARIS cedex 08
Téléphone : 33 (0)1 53 04 53 04
Télécopie : 33 (0)1 53 04 45 23
www.inpi.fr



26 bis, rue de Saint Pétersbourg
75800 Paris Cedex 08
Téléphone : 33 (1) 53 04 53 04 Télécopie : 33 (1) 42 94 86 54

BREVET D'INVENTION CERTIFICAT D'UTILITÉ

Code de la propriété intellectuelle - Livre VI



REQUÊTE EN DÉLIVRANCE

page 1/2



Cet imprimé est à remplir lisiblement à l'encre noire

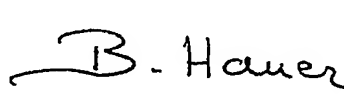
DB 540 • 17 / 210502

| | | | |
|---|----------------------|---|--|
| REMISE DES PIÈCES DATE 16 AVRIL 2003 LIEU 75 INPI PARIS N° D'ENREGISTREMENT NATIONAL ATTRIBUÉ PAR L'INPI DATE DE DÉPÔT ATTRIBUÉE PAR L'INPI 16 AVR. 2003 Vos références pour ce dossier (facultatif) EU-115 | | 0304753 NOM ET ADRESSE DU DEMANDEUR OU DU MANDATAIRE À QUI LA CORRESPONDANCE DOIT ÊTRE ADRESSÉE CABINET BONNÉTAT 29, Rue de Saint-Pétersbourg 75008 PARIS | |
| Confirmation d'un dépôt par télécopie | | <input type="checkbox"/> N° attribué par l'INPI à la télécopie | |
| 2 NATURE DE LA DEMANDE | | Cochez l'une des 4 cases suivantes | |
| Demande de brevet | | <input checked="" type="checkbox"/> | |
| Demande de certificat d'utilité | | <input type="checkbox"/> | |
| Demande divisionnaire | | <input type="checkbox"/> | |
| Demande de brevet initiale | | N° _____ Date _____ | |
| ou demande de certificat d'utilité initiale | | N° _____ Date _____ | |
| Transformation d'une demande de brevet européen | | <input type="checkbox"/> | |
| Demande de brevet initiale | | N° _____ Date _____ | |
| 3 TITRE DE L'INVENTION (200 caractères ou espaces maximum) Procédé et dispositif de sécurisation du vol d'un aéronef en conditions de vol aux instruments hors infrastructures de vol aux instruments. | | | |
| 4 DÉCLARATION DE PRIORITÉ OU REQUÊTE DU BÉNÉFICE DE LA DATE DE DÉPÔT D'UNE DEMANDE ANTÉRIEURE FRANÇAISE | | Pays ou organisation _____ N° _____ Date _____ Pays ou organisation _____ N° _____ Date _____ Pays ou organisation _____ N° _____ Date _____ <input type="checkbox"/> S'il y a d'autres priorités, cochez la case et utilisez l'imprimé «Suite» | |
| 5 DEMANDEUR (Cochez l'une des 2 cases) | | <input checked="" type="checkbox"/> Personne morale <input type="checkbox"/> Personne physique | |
| Nom ou dénomination sociale | | EUROCOPTER | |
| Prénoms | | | |
| Forme juridique | | S.A.S. | |
| N° SIREN | | 3 5 2 3 8 3 7 1 5 | |
| Code APE-NAF | | 1 1 1 1 | |
| Domicile ou siège | Rue | Aéroport International Marseille-Provence | |
| | Code postal et ville | 1 3 7 2 5 MARIGNANE Cedex | |
| | Pays | FRANCE | |
| Nationalité | | française | |
| N° de téléphone (facultatif) | | N° de télécopie (facultatif) | |
| Adresse électronique (facultatif) | | | |
| | | <input type="checkbox"/> S'il y a plus d'un demandeur, cochez la case et utilisez l'imprimé «Suite» | |

Remplir impérativement la 2^{ème} page

REMISE DES PIÈCES
DATE **16 AVRIL 2003**
LIEU **75 INPI PARIS**
N° D'ENREGISTREMENT
NATIONAL ATTRIBUÉ PAR L'INPI **0304753**

DB 540 W / 210502

| | | |
|--|-------------------------|---|
| 6 MANDATAIRE (s'il y a lieu) | | |
| Nom | HAUER | |
| Prénom | Bernard | |
| Cabinet ou Société | CABINET BONNÉTAT | |
| N° de pouvoir permanent et/ou de lien contractuel | | |
| Adresse | Rue | 29, Rue de Saint-Petersbourg |
| | Code postal et ville | 75 008 PARIS |
| | Pays | FRANCE |
| N° de téléphone (facultatif) | 01 42 93 66 65 | |
| N° de télécopie (facultatif) | 01 42 93 69 51 | |
| Adresse électronique (facultatif) | cab-bonnetat@wanadoo.fr | |
| 7 INVENTEUR (S) | | Les inventeurs sont nécessairement des personnes physiques |
| Les demandeurs et les inventeurs sont les mêmes personnes | | <input type="checkbox"/> Oui <input checked="" type="checkbox"/> Non : Dans ce cas remplir le formulaire de Désignation d'inventeur(s) |
| 8 RAPPORT DE RECHERCHE | | Uniquement pour une demande de brevet (y compris division et transformation) |
| Établissement immédiat ou établissement différé | | <input checked="" type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> |
| Paiement échelonné de la redevance (en deux versements) | | Uniquement pour les personnes physiques effectuant elles-mêmes leur propre dépôt <input type="checkbox"/> Oui <input type="checkbox"/> Non |
| 9 RÉDUCTION DU TAUX DES REDEVANCES | | Uniquement pour les personnes physiques <input type="checkbox"/> Requis pour la première fois pour cette invention (joindre un avis de non-imposition) <input type="checkbox"/> Obtenue antérieurement à ce dépôt pour cette invention (joindre une copie de la décision d'admission à l'assistance gratuite ou indiquer sa référence) : AG [] [] [] [] [] |
| 10 SÉQUENCES DE NUCLEOTIDES ET/OU D'ACIDES AMINÉS | | <input type="checkbox"/> Cochez la case si la description contient une liste de séquences |
| Le support électronique de données est joint | | <input type="checkbox"/> |
| La déclaration de conformité de la liste de séquences sur support papier avec le support électronique de données est jointe | | <input type="checkbox"/> |
| Si vous avez utilisé l'imprimé «Suite», indiquez le nombre de pages jointes | | |
| 11 SIGNATURE DU DEMANDEUR OU DU MANDATAIRE (Nom et qualité du signataire) Mandataire "CPI brevet" : Bernard HAUER 98-0504 (B) | | VISA DE LA PRÉFECTURE OU DE L'INPI  |

La présente invention concerne un procédé et un dispositif de sécurisation du vol d'un aéronef en conditions de vol aux instruments hors infrastructures de vol aux instruments.

On sait que de façon réglementaire, dans la totalité de l'espace aérien de la planète, on distingue deux types de conditions de vol dues aux conditions météorologiques :

- des conditions de vol à vue, dites « VMC » (« Visual Meteorological Conditions » en anglais, langue de l'aéronautique), et
- des conditions de vol aux instruments, dites « IMC » (« Instrument Meteorological Conditions »).

En conditions VMC, les aéronefs sont autorisés à voler sans aide, depuis le sol. Ils doivent alors respecter des règles de vol à vue, dites « VFR » (« Visual Flight Rules ») et définies de façon internationale.

En conditions IMC, les aéronefs ne sont autorisés à voler que s'ils respectent trois conditions :

- être dotés d'équipements particuliers requis pour un vol aux instruments,
- ne voler que dans des zones définies où les infrastructures aériennes et les services de navigation aérienne assurent le contrôle, la séparation et le guidage des aéronefs, et
- respecter des règles de vol aux instruments, dites « IFR » (« Instrument Flight Rules »), définies elles aussi de façon internationale.

Le vol en conditions IMC (c'est-à-dire en conditions de vol aux instruments), tel que considéré dans la présente invention, impose donc une forte restriction de l'espace aérien autorisé. En particulier ne sont pas ac-

cessibles les zones à basse altitude (hors des zones aéroportuaires) ou entre des reliefs, car elles sont généralement hors des infrastructures IFR, c'est-à-dire hors de portée des moyens radioélectriques de navigation et de couverture des radars de navigation aérienne.

5 De telles restrictions entraînent l'impossibilité d'accomplir certaines missions à basse altitude, comme par exemple des missions de sauvetage ou des missions militaires tactiques en conditions IMC, ainsi que les atterrissages sur des terrains non équipés d'infrastructures IFR de contrôle aérien (c'est-à-dire hors infrastructures IFR).

10 La présente invention a pour objet de remédier à ces inconvénients. Elle concerne un procédé permettant de sécuriser le vol d'un aéronef, en particulier d'un aéronef à voilure tournante, en conditions de vol aux instruments (IMC) hors infrastructures de vol aux instruments (hors infrastructures IFR), de manière à procurer à l'aéronef une capacité de mission de tout temps et en tout lieu.

15 A cet effet, ledit procédé est remarquable selon l'invention, en ce que :

- a) on détermine une route sécurisée de l'aéronef ;
- b) on fait suivre audit aéronef la route sécurisée ainsi déterminée ; et
- 20 c) pendant ce suivi de la route sécurisée, on réalise, de façon automatique, les opérations suivantes, à l'aide de moyens non reliés aux infrastructures de navigation aérienne, et en particulier à l'aide exclusivement de moyens embarqués sur l'aéronef,
 - α) on vérifie la sécurité de la trajectoire effective de l'aéronef ;
 - 25 β) on vérifie la sécurité du vol de l'aéronef par rapport à d'éventuels autres aéronefs ; et
 - γ) on apporte une aide à la perception de l'environnement extérieur de l'aéronef.

Ainsi, le procédé conforme à l'invention permet d'assurer toutes les fonctions nécessaires à l'exécution d'un vol en conditions IMC (c'est-à-dire en conditions de vol aux instruments), simplement à partir de moyens disponibles à bord de l'aéronef, et non reliés aux infrastructures IFR. La fiabilité et la complémentarité des moyens utilisés à cet effet permettent, comme on le verra ci-dessous, de réaliser toutes ces fonctions avec un niveau de sécurité au moins aussi bon que lors d'un vol exécuté avec le soutien d'une infrastructure IFR.

De plus, comme le vol est exécuté indépendamment de toute infrastructure IFR, il échappe aux restrictions de domaine aérien propres à la couverture IFR. Il devient alors possible d'accéder à la totalité du domaine aérien, ce qui rend possibles les missions de sauvetage en particulier, quelles que soient les conditions météorologiques et l'endroit.

Bien entendu, la capacité tout temps et tout lieu d'un aéronef, en particulier d'un aéronef à voilure tournante tel qu'un hélicoptère, obtenue grâce à la présente invention, est intéressante dans de très multiples branches d'activités : secours d'urgence, ambulance entre hôpitaux, police, protection civile, transport régulier de passagers, ...

De façon avantageuse, à l'étape a) précitée, pour déterminer une route sécurisée de l'aéronef :

- a1) un opérateur construit une route pour l'aéronef ;
- a2) on détermine la trajectoire théorique la plus proche de ladite route, correspondant à des possibilités prévisionnelles de l'aéronef ;
- a3) on détermine d'éventuelles interférences entre ladite trajectoire théorique et un modèle du terrain survolé par l'aéronef ; et
- a4) on présente les éventuelles interférences à l'opérateur pour qu'il puisse modifier la construction de ladite route afin de faire disparaître lesdites interférences,

la suite desdites étapes a1) à a4) étant répétée jusqu'à la disparition complète desdites éventuelles interférences.

En outre, avantageusement, on corrige ladite trajectoire théorique (qui prend en compte les possibilités prévisionnelles de l'aéronef) de manière à
 5 obtenir la route sécurisée que doit suivre l'aéronef (qui prend en compte les possibilités actuelles de l'aéronef), en tenant compte :

- de paramètres actuels (masse, performances, configuration) relatifs à l'aéronef ;
- du point de vol actuel (altitude, position par rapport à la trajectoire
 10 théorique, vitesse) de l'aéronef ; et
- de paramètres actuels (vent, température, pression) relatifs à l'environnement extérieur.

Par ailleurs, avantageusement, à l'étape α), pour vérifier la sécurité de la trajectoire effective de l'aéronef :

15 α 1) on vérifie que l'écart entre la trajectoire théorique de l'aéronef et la position actuelle de l'aéronef reste inférieur à une valeur prédéterminée ;

α 2) on vérifie que la trajectoire future immédiate de l'aéronef est sécurisée par rapport à un terrain théorique ; et

20 α 3) on vérifie que la trajectoire future immédiate de l'aéronef est sécurisée par rapport à un terrain réel.

En outre, avantageusement, à l'étape γ), au moins lorsque l'aéronef se trouve à proximité du sol :

- on superpose des images captées de l'environnement extérieur à la
 25 vue extérieure réelle ; et/ou
- on superpose à ladite vue extérieure réelle, une ligne de sécurité située au-dessus du relief.

Par ailleurs, de façon avantageuse, à l'étape γ), on présente au moins certaines des informations suivantes à un pilote de l'aéronef :

- l'environnement hypsométrique ;
- l'environnement aéronautique ; et
- les aéronefs situés le cas échéant à une distance dudit aéronef, qui est inférieure à une distance prédéterminée.

5 La présente invention concerne également un dispositif de sécurisation du vol d'un aéronef, en particulier d'un aéronef à voilure tournante, en conditions de vol aux instruments hors infrastructures de vol aux instruments.

10 Selon l'invention, ledit dispositif est remarquable en ce qu'il comporte au moins :

- un calculateur de trajectoire ;
- des moyens d'acquisition de paramètres relatifs à l'aéronef et à l'environnement extérieur, et en particulier relatifs à la position de l'aéronef dans l'espace ;
- 15 - une mémoire pour stocker une route construite ;
- une mémoire contenant un modèle du terrain à survoler ;
- un moyen de visualisation, par exemple un écran, un collimateur tête haute ou équivalent, ainsi que l'interface de visualisation nécessaire ;
- 20 - un outil interactif de construction graphique de la route ;
- un calculateur de navigation ; et
- un système de pilotage.

25 Le dispositif conforme à l'invention permet d'assurer toutes les fonctions nécessaires à l'exécution d'un vol en conditions IMC, sans utiliser pour ce faire d'infrastructure IFR usuelle. De plus, la fiabilité et la complémentarité des différents moyens dudit dispositif permettent de réaliser toutes ces fonctions avec un niveau de sécurité au moins aussi bon que lors d'un vol exécuté avec le soutien d'infrastructures IFR.

Par conséquent, le dispositif conforme à l'invention présente une capacité de vol de tout temps et en tout lieu.

Dans un mode de réalisation particulier, ledit dispositif comporte, de plus, au moins un moyen d'aide à la perception de l'environnement extérieur de l'aéronef.

L'unique figure du dessin annexé fera bien comprendre comment l'invention peut être réalisée. Cette figure est le schéma synoptique d'un dispositif conforme à l'invention.

Le dispositif 1 conforme à l'invention et représenté sur la figure est destiné à sécuriser le vol d'un aéronef (non représenté), en particulier d'un aéronef à voilure tournante, tel qu'un hélicoptère, en conditions de vol aux instruments (IMC) hors infrastructures de vol aux instruments (hors infrastructures IFR).

A cet effet, ledit dispositif 1 a pour objet de mettre en œuvre un procédé conforme à l'invention, consistant :

- a) à déterminer une route sécurisée de l'aéronef ;
- b) à faire suivre audit aéronef la route sécurisée ainsi déterminée ; et
- c) pendant ce suivi de la route sécurisée, à réaliser de façon automatique, à l'aide exclusivement de moyens embarqués sur l'aéronef et précisés ci-dessous, les opérations suivantes :
 - α) vérifier la sécurité de la trajectoire effective de l'aéronef ;
 - β) vérifier la sécurité du vol de l'aéronef par rapport à d'éventuels autres aéronefs ; et
 - γ) apporter une aide à la perception de l'environnement extérieur de l'aéronef.

Pour ce faire, ledit dispositif 1 comporte :

- un calculateur de trajectoire 2 susceptible, notamment, de calculer une trajectoire en trois dimensions ;

- des moyens 3 d'acquisition de paramètres précisés ci-dessous, relatifs à l'aéronef et à l'environnement extérieur, ces moyens 3 pouvant être en particulier des capteurs, des centrales anémobarométriques, des centrales inertielles ou un système de positionnement par satellites ;
- une mémoire 4 pour stocker une route construite ;
- une mémoire 5 contenant un modèle du terrain à survoler ;
- un moyen de visualisation 6, notamment un écran de visualisation ;
- un outil interactif 7 de construction graphique de la route ;
- un calculateur de navigation 8 usuel ; et
- un système de pilotage 9 de type usuel, non précisé davantage et comportant de façon usuelle au moins un écran de pilotage ou équivalent, et éventuellement un pilote automatique. Ledit système de pilotage 9 est relié par une liaison 10 au calculateur de navigation 8.

Dans un mode de réalisation préféré, ledit calculateur de navigation 8 comporte une fonction de navigation 11 usuelle, et ledit calculateur 2, ainsi que ladite mémoire 4, sont intégrés dans ledit calculateur de navigation 8.

La première étape a) précitée d'un vol tout temps, est la préparation et la sécurisation de la route par rapport au terrain et aux éventuels obstacles.

Dans cette situation, deux cas de figure peuvent se présenter :

- soit la totalité de la route, jusqu'au point d'atterrissage prévu, est définie au sol, avant le vol. Dans ce cas, la préparation de la route est faite à l'aide d'un outil 7 qui peut être embarqué ou non sur l'aéronef ;
- soit les premiers tronçons de la route seulement sont définis, de façon à économiser du temps de préparation (missions d'urgence) ou

parce que la destination précise n'est pas connue au départ. Dans ce cas, l'outil interactif 7 de construction de la route est obligatoirement embarqué sur l'aéronef.

5 Cet outil interactif 7 comporte un moyen de désignation usuel (par exemple une souris, un clavier, un écran tactile) qui peut être actionné par un opérateur, notamment un pilote de l'aéronef, qui est couplé au calculateur 2, et dont le résultat d'un actionnement est affiché sur un écran, en particulier sur l'écran de visualisation 6.

10 Selon l'invention, la route construite par le pilote à l'aide de l'outil de construction 7 est introduite dans le calculateur 2 qui en déduit la trajectoire théorique la plus proche de la route choisie et correspondant aux possibilités prévisionnelles de l'aéronef, préalablement introduites dans la mémoire 4.

15 Le calculateur 2 superpose alors cette trajectoire théorique au modèle de terrain numérique issu de la mémoire 5 pour déterminer les éventuelles interférences, en prenant des marges de sécurité (distances minimales acceptables par rapport au relief, dans le plan vertical et dans le plan horizontal). Ces interférences sont visualisées sur l'écran de visualisation 6 pour que le pilote puisse modifier la route jusqu'à faire disparaître
20 toute interférence.

En suivant ce processus, le pilote peut construire progressivement la route sécurisée de son choix et la mémoriser dans la mémoire 4 du calculateur 2.

25 La sécurité du vol est basée sur le suivi précis de la route sécurisée ainsi déterminée.

Toutefois, la trajectoire correspondante, élaborée par le calculateur 2 reste théorique, puisqu'elle est calculée à partir de paramètres (ou possibilités) prévisionnels (caractéristiques relatives à l'aéronef et aux conditions extérieures). La trajectoire devant être toujours réellement exécuta-

ble par l'aéronef, il est nécessaire de corriger cette trajectoire théorique pour lui faire prendre en compte les possibilités actuelles de l'aéronef.

Ainsi, ladite trajectoire est corrigée par le calculateur 2, en fonction :

- 5 - de paramètres actuels (masse, performances, configuration) de l'aéronef ;
- du point de vol actuel (altitude, vitesse, position par rapport à la route théorique) de l'aéronef ; et
- de conditions extérieures actuelles (vent, température, pression).

10 Le guidage précis de l'aéronef le long de cette route corrigée, est assuré de façon usuelle (et non décrite davantage) par le calculateur de navigation 8 de type usuel.

 De plus, l'écran de visualisation 6 permet de visualiser les positions respectives de l'aéronef et de la route prévue.

15 Le calculateur de navigation 8 (fonction de navigation 11) guide l'aéronef très précisément. Cependant, la trajectoire réellement effectuée par l'aéronef diffère légèrement de la trajectoire théorique (corrigée). Aussi, pour assurer la meilleure sécurité possible, il est nécessaire, à l'étape α) précitée, de vérifier la sécurité de la trajectoire effective de l'aéronef.

20 Pour cela :

- $\alpha 1$) le calculateur 2 vérifie que l'écart entre la trajectoire théorique de l'aéronef et la position actuelle de l'aéronef reste acceptable ;
- $\alpha 2$) on vérifie que la trajectoire future immédiate de l'aéronef est sécurisée par rapport à un terrain théorique ; et
- 25 $\alpha 3$) on vérifie que la trajectoire future immédiate de l'aéronef est sécurisée par rapport à un terrain réel.

 Dans un mode de réalisation particulier, pour mettre en œuvre l'étape $\alpha 1$ précitée, le calculateur 2 calcule, à partir d'informations issues des moyens d'acquisition 3 et de la trajectoire théorique corrigée, une tra-

jectoire probable de l'aéronef, à savoir la trajectoire qui permet depuis le point de vol actuel, de rejoindre de façon optimale la trajectoire théorique corrigée. La trajectoire probable est donc située en avant de l'aéronef, contrairement à la trajectoire effectuée, qui se trouve en arrière. Le calcu-

5 lateur 2 compare ensuite cette trajectoire probable et la trajectoire théorique corrigée. Si cette trajectoire probable s'écarte au-delà de marges de sécurité prédéfinies de la trajectoire théorique corrigée, le pilote est alerté par des alarmes, affichées par exemple sur un écran de pilotage du système de pilotage 9.

10 La sécurisation par rapport au terrain théorique (étape $\alpha 2$) est mise en œuvre par un système usuel d'évitement des collisions avec le sol, de préférence de type « GCAS » (« Ground Collision Avoidance System »). Ce système GCAS fait partie d'un ensemble 12 de systèmes S1, S2, ..., Sn prévus sur l'aéronef. Ledit ensemble 12 est intégré dans le dispositif 1

15 conforme à l'invention.

En outre, la sécurisation par rapport au terrain réel et aux obstacles (étape $\alpha 3$) est assurée par un système usuel de détection et d'évitement d'obstacles, de préférence de type « OWS » (« Obstacle Warning System »), faisant appel à des capteurs détectant les obstacles et les

20 reliefs dans l'obscurité ou dans de mauvaises conditions météorologiques. Ce système OWS qui est intégré dans l'ensemble 12 comporte un écran de visualisation ou équivalent, qui fournit au pilote une ligne de sécurité au-dessus des obstacles, telle que définie par exemple dans le brevet FR-2 712 251.

25 On notera que les systèmes GCAS et OWS précités calculent une trajectoire extrapolée à court terme et la comparent au terrain théorique (cas du système « GCAS ») ou au terrain réel (cas du système « OWS »). Cette trajectoire est extrapolée uniquement à partir des évolutions immédiates du vecteur vitesse, sans chercher à rejoindre la route programmée,

à la différence du processus précité (étape $\alpha 1$) mis en œuvre par le calculateur 2.

Par ailleurs, l'étape c β) du procédé conforme à l'invention peut être mise en œuvre par un système d'évitement des collisions avec des aéronefs, de préférence de type « ACAS » (« Aircraft Collision Avoidance System »), qui détecte la présence et la position des autres aéronefs dans un rayon compatible avec les possibilités de réaction de l'aéronef et du pilote, et fournit au pilote une information sur les conflits potentiels et des consignes de pilotage permettant d'éviter la collision.

Par ailleurs, l'aide à la perception de l'environnement extérieur (étape c γ) est mise en œuvre par des systèmes précisés ci-dessous dudit ensemble 12.

Cette aide est indispensable dans toutes les phases de vol à proximité du sol, aussi bien pour les atterrissages/décollages que pour le vol à très basse altitude. Dans les autres phases de vol, elle renforce le niveau de sécurité du vol en donnant au pilote des informations supplémentaires qui lui permettent d'optimiser ses actions ou réactions.

Les deux familles de systèmes suivants sont nécessaires pour les phases de vol à proximité du sol.

La vision près du sol par mauvaises conditions de visibilité est améliorée par l'utilisation de capteurs tels que des caméras de type « FLIR » (« Forward Looking Infra-Red »), de type BNL (« bas niveau de lumière »), de type « RADAR » (« Radio Detection and Ranging »), de type « LIDAR » (« Light Detection and Ranging ») ou tout autre moyen équivalent, dont les images sont superposées à la vue extérieure réelle.

Une autre figuration du relief potentiellement dangereux, est calculée par le système d'évitement d'obstacles « OWS » (« Obstacle Warning System »), qui fournit au pilote une ligne de sécurité au-dessus des obstacles.

Avantageusement, dans les autres phases de vol, la connaissance de l'environnement de l'aéronef peut être renforcée au moyen de divers systèmes complémentaires, permettant :

- une présentation, sur un écran de navigation usuel de l'aéronef, de l'environnement hypsométrique sous la forme de coupes de terrain et de vues horizontales faisant apparaître les reliefs dangereux autour de l'aéronef ;
- une présentation, sur les mêmes coupes verticales et horizontales, de l'environnement aéronautique de l'aéronef, c'est-à-dire des infrastructures matérielles (balises, aéroports, ...) et virtuelles (zones aériennes, points de report ...) ; et
- une présentation des aéronefs détectés dans l'environnement aérien survolé par le système ACAS, qui les qualifie en fonction de leur niveau de danger.

Par conséquent, l'ensemble des moyens précités du dispositif 1 conforme à l'invention permet d'assurer toutes les fonctions nécessaires à l'exécution d'un vol en conditions IMC. La fiabilité et la complémentarité des moyens utilisés permettent de réaliser toutes ces fonctions avec un niveau de sécurité au moins aussi bon que lors d'un vol exécuté avec le soutien d'une infrastructure IFR. De plus, comme le vol est exécuté indépendamment de toute infrastructure IFR, il échappe aux restrictions de domaine aérien propres à la couverture IFR. Il devient alors possible d'accéder à la totalité du domaine aérien, ce qui rend possibles tous types de missions quelles que soient les conditions météorologiques et la localisation géographique.

REVENDEICATIONS

1. Procédé de sécurisation du vol d'un aéronef, en particulier d'un aéronef à voilure tournante, en conditions de vol aux instruments hors infrastructures de vol aux instruments,

5 caractérisé en ce que :

- a) on détermine une route sécurisée de l'aéronef ;
- b) on fait suivre audit aéronef la route sécurisée ainsi déterminée ; et
- c) pendant ce suivi de la route sécurisée, on réalise, de façon automatique, à l'aide exclusivement de moyens non reliés aux infrastructures de navigation aérienne, les opérations suivantes :

10

- α) on vérifie la sécurité de la trajectoire effective de l'aéronef ;
- β) on vérifie la sécurité du vol de l'aéronef par rapport à d'éventuels autres aéronefs ; et
- γ) on apporte une aide à la perception de l'environnement extérieur de l'aéronef.

15

2. Procédé selon la revendication 1, caractérisé en ce qu'à l'étape a), pour déterminer une route sécurisée de l'aéronef :

- a1) un opérateur construit une route pour l'aéronef ;
- a2) on détermine la trajectoire théorique la plus proche de ladite route, correspondant à des possibilités prévisionnelles de l'aéronef ;
- a3) on détermine d'éventuelles interférences entre ladite trajectoire théorique et un modèle du terrain survolé par l'aéronef ;
- et
- a4) on présente les éventuelles interférences à l'opérateur pour qu'il puisse modifier la construction de ladite route afin de faire disparaître lesdites interférences,

20

25

la suite desdites étapes a1) à a4) étant répétée jusqu'à la disparition complète desdites éventuelles interférences.

3. Procédé selon la revendication 2,

caractérisé en ce que l'on corrige ladite trajectoire théorique de manière à obtenir la route sécurisée que doit suivre l'aéronef, en tenant compte :

- de paramètres actuels relatifs à l'aéronef ;
- du point de vol actuel de l'aéronef ; et
- de paramètres actuels relatifs à l'environnement extérieur.

4. Procédé selon l'une quelconque des revendications précédentes,

caractérisé en ce qu'à l'étape α), pour vérifier la sécurité de la trajectoire effective de l'aéronef :

$\alpha 1$) on vérifie que l'écart entre une trajectoire théorique de l'aéronef et la position actuelle de l'aéronef reste inférieur à une valeur prédéterminée ;

$\alpha 2$) on vérifie que la trajectoire future immédiate de l'aéronef est sécurisée par rapport à un terrain théorique ; et

$\alpha 3$) on vérifie que la trajectoire future immédiate de l'aéronef est sécurisée par rapport à un terrain réel.

5. Procédé selon l'une quelconque des revendications précédentes,

caractérisé en ce qu'à l'étape γ), au moins lorsque l'aéronef se trouve à proximité du sol, on superpose des images captées de l'environnement extérieur à la vue extérieure réelle.

6. Procédé selon l'une quelconque des revendications précédentes,

caractérisé en ce qu'à l'étape γ), au moins lorsque l'aéronef se trouve au moins à une distance prédéterminée du sol, on superpose à la vue extérieure réelle, une ligne de sécurité située au-dessus du relief.

7. Procédé selon l'une quelconque des revendications précédentes,

caractérisé en ce qu'à l'étape γ), on présente au moins certaines des informations suivantes à un pilote de l'aéronef :

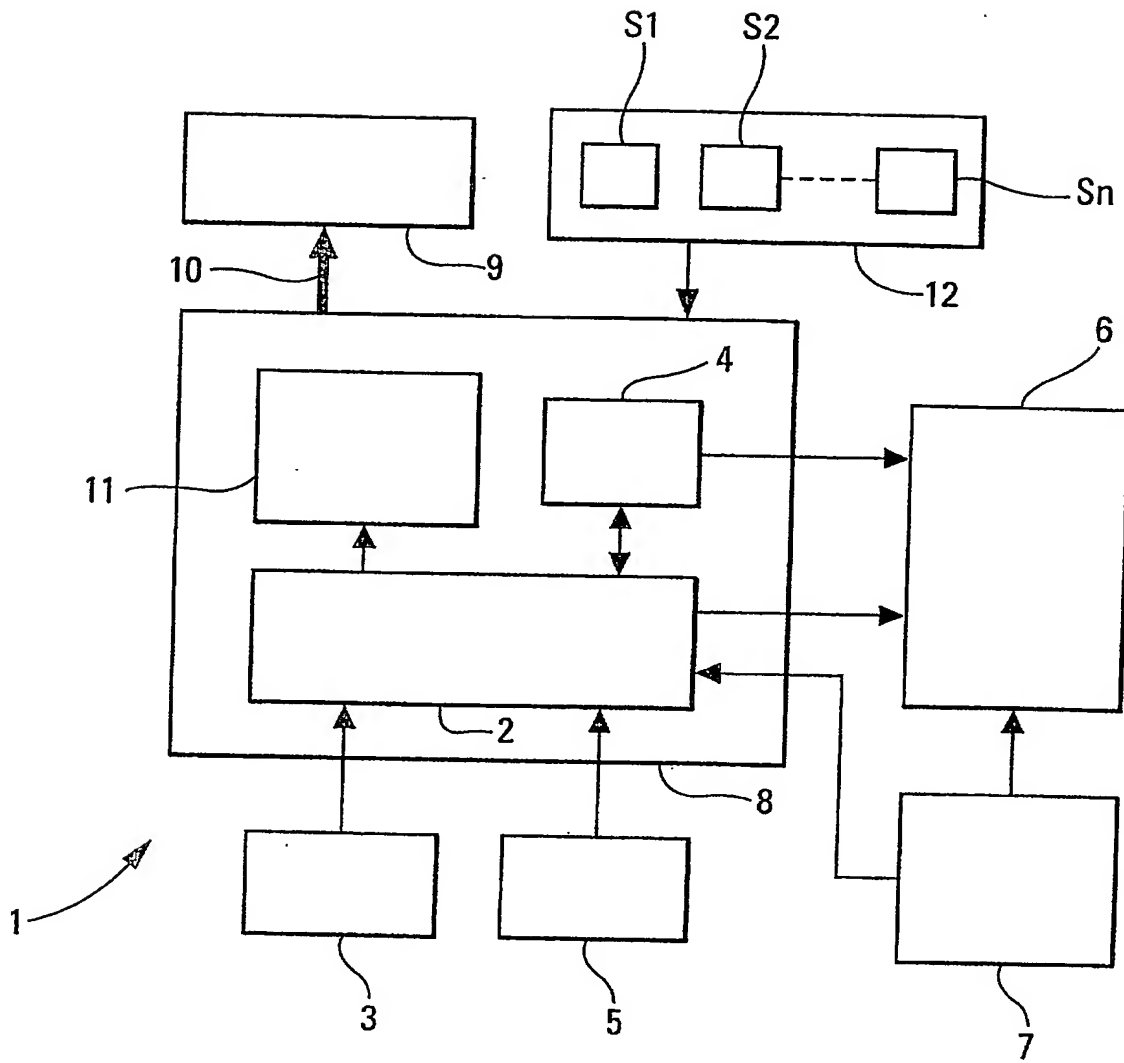
- l'environnement hypsométrique ;
- l'environnement aéronautique ; et
- les aéronefs situés le cas échéant à une distance dudit aéronef, qui est inférieure à une distance prédéterminée.

5 8. Dispositif de sécurisation du vol d'un aéronef, en particulier d'un aéronef à voilure tournante, en conditions de vol aux instruments hors infrastructures de vol aux instruments, caractérisé en ce qu'il comporte au moins :

- un calculateur de trajectoire (2) ;
- 10 - des moyens (3) d'acquisition de paramètres relatifs à l'aéronef et à l'environnement extérieur ;
- une mémoire (4) pour stocker une route construite ;
- une mémoire (5) contenant un modèle du terrain à survoler ;
- un moyen de visualisation (6) ;
- 15 - un outil interactif (7) de construction graphique de la route ;
- un calculateur de navigation (8) ; et
- un système de pilotage (9).

20 9. Dispositif selon la revendication 8, caractérisé en ce qu'il comporte, de plus, au moins un moyen (12) d'aide à la perception de l'environnement extérieur de l'aéronef.

1/1



DÉPARTEMENT DES BREVETS

26 bis, rue de Saint Pétersbourg
75800 Paris Cedex 08

Téléphone : 33 (1) 53 04 53 04 Télécopie : 33 (1) 42 94 86 54

DÉSIGNATION D'INVENTEUR(S) Page N° 1.../1...

(À fournir dans le cas où les demandeurs et les inventeurs ne sont pas les mêmes personnes)



Cet imprimé est à remplir lisiblement à l'encre noire

DB 113 @ W / 270G01

| | | |
|---|-----------------------------|--------------------------------------|
| Vos références pour ce dossier (facultatif) | | EU-115 |
| N° D'ENREGISTREMENT NATIONAL | | 03 04753 |
| TITRE DE L'INVENTION (200 caractères ou espaces maximum) | | |
| Procédé et dispositif de sécurisation du vol d'un aéronef en conditions de vol aux instruments hors infrastructures de vol aux instruments. | | |
| LE(S) DEMANDEUR(S) : | | |
| EUROCOPTER | | |
| DESIGNE(NT) EN TANT QU'INVENTEUR(S) : | | |
| 1 | Nom | PETILLON |
| | Prénoms | Jean-Paul |
| Adresse | Rue | 6 bis, Avenue Jean Moulin |
| | Code postal et ville | 13140 MIRAMAS |
| Société d'appartenance (facultatif) | | |
| 2 | Nom | BOUHERET |
| | Prénoms | Daniel |
| Adresse | Rue | 14 Lotissement "Le Puy des Lauriers" |
| | Code postal et ville | 13100 AIX EN PROVENCE |
| Société d'appartenance (facultatif) | | |
| 3 | Nom | ASTRUC |
| | Prénoms | Joël |
| Adresse | Rue | 1330 Chemin de Maliverny |
| | Code postal et ville | 13540 PUYRICARD |
| Société d'appartenance (facultatif) | | |
| S'il y a plus de trois inventeurs, utilisez plusieurs formulaires. Indiquez en haut à droite le N° de la page suivi du nombre de pages. | | |
| DATE ET SIGNATURE(S) DU (DES) DEMANDEUR(S) OU DU MANDATAIRE (Nom et qualité du signataire) | | |
| le 20 mai 2003 Mandataire "CPI brevet" : Bernard HAUER 98-0504 (B) | | |

B. Hauer